

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2024

RO

Pe parcursul etapei I-a a proiectului (anul 2024) acțiunile științifice au fost concentrate în jurul scopului setat inițial și anume cel de colectare a datelor experimentale cu privire la un șir de proprietăți fizico-chimice ale materialelor de tip kesterit din seria $\text{Cu}_2\text{Zn}(\text{Sn},\text{Ge})(\text{S},\text{Se})_4$ pentru caracterizarea acestora. În prima fază, echipa de proiect a realizat studiul literaturii de specialitate privind situația în domeniu. Rezultatele astfel obținute, au relevat că sistemele agrovoltaice (SAV) devin din ce în ce mai actuale, datorită potențialului acestora în contextul corelației dintre alimentație și energie, dar și datorită necesității de exploatare a surselor de energie regenerabilă. Pentru aprecierea potențialului de utilizare a compușilor $\text{Cu}_2\text{Zn}(\text{Sn},\text{Ge})(\text{S},\text{Se})_4$ în sisteme SAV, e necesară o analiză multilaterală și înțelegere aprofundată a proprietăților fizico-chimice ale unui spectru cât mai larg de compuși din seria respectivă. Astfel, au fost inițiate lucrări de obținere a mai multor seturi de eșantioane din seria $\text{Cu}_2\text{Zn}(\text{Sn},\text{Ge})(\text{S},\text{Se})_4$ sub formă de straturi subțiri prin metoda de spray-piroliză. În scopul determinării calității, pentru fiecare probă a fost analizată morfologia suprafeței, compoziția chimică și structura cristalină. În dependență de rezultat, procesul de obținere a probelor era ajustat pentru a obține creșterea acesteia. Unul din parametrii importanți care are influență semnificativă asupra calității cristaline era timpul de tratare termică la care erau supuse probele. Reieșind din valorile raportului $\text{Cu}/(\text{Zn}+\text{Ge}+\text{Sn})$, pentru toate probele investigate, compoziția chimică indica un deficit de Cu iar luând considerație valorile raportului $\text{Zn}/(\text{Ge}+\text{Sn})$ s-a evidențiat un conținut de Zn în exces.

Pentru măsurătorile proprietăților optice și de transport au fost selectate probele cu cele mai potrivite caracteristici compoziționale. Astfel au fost obținute spectrele de absorbție ale probelor care au fost măsurate în intervalul de lungimi de undă (300-700 nm). Din datele rezultate a fost calculat coeficientul de absorbție al probelor. Dependențele de temperatură ale rezistivității probelor au fost măsurate în intervalul de temperaturi 20 – 300 K. Creșterea rezistivității probelor odată cu scăderea temperaturii avea un caracter asemănător pentru toate probele analizate. În rezultatul analizei datelor experimentale, a fost stabilit că cel mai mare aport în procesele de conducție revine mecanismului Mott. De asemenea, reieșind din pantele curbilor experimentale, dar și din intervalele termice în care a fost observată conductibilitatea de tip Mott, au fost calculate valorile temperaturii caracteristice T_{04} , semilățimii benzii acceptoare W , concentrației relative a acceptorilor N/N_c și razei relative de localizare a acceptorilor a/a_0 . Analiza datelor experimentale obținute va fi continuată la etapa următoare a proiectului.

O parte din rezultatele obținute pe parcursul anului 2024 au fost diseminate în cadrul mai multor evenimente științifice cu participare internațională, precum și au fost publicate într-un articol științific și 3 abstracte.

EN

During the first stage of the project in 2024, scientific activities were directed toward the primary goal of collecting experimental data on the physicochemical properties of kesterite-type materials from the $\text{Cu}_2\text{Zn}(\text{Sn,Ge})(\text{S,Se})_4$ series for comprehensive characterization. The initial phase included a thorough review of specialized literature to understand the state of research in the field. The findings emphasized the growing importance of agrovoltaic systems (AVS) due to their potential to address the nexus of food and energy production and the need for sustainable energy solutions.

To evaluate the potential use of $\text{Cu}_2\text{Zn}(\text{Sn,Ge})(\text{S,Se})_4$ compounds in SAV systems, a detailed analysis of the physicochemical properties of various compounds in this series was undertaken. The project team initiated the synthesis of several sample sets of $\text{Cu}_2\text{Zn}(\text{Sn,Ge})(\text{S,Se})_4$ thin films using the spray-pyrolysis method. Each sample was analyzed for surface morphology, chemical composition, and crystal structure to ensure quality. Based on these analyses, the synthesis process was iteratively refined to optimize crystal growth. Heat treatment duration was identified as a critical parameter influencing the crystalline quality. Chemical composition analyses of all samples revealed a copper deficiency (based on $\text{Cu}/(\text{Zn}+\text{Ge}+\text{Sn})$ ratio) and an excess zinc content (from the $\text{Zn}/(\text{Ge}+\text{Sn})$ ratio).

For optical and transport property measurements, samples with optimal compositional characteristics were selected. Absorption spectra were recorded in the wavelength range of 300–700 nm, and absorption coefficients were calculated from the obtained data. The temperature dependence of resistivity was measured across the 20–300 K range. All samples exhibited similar trends of increasing resistivity with decreasing temperature. Analysis of the experimental data indicated that the Mott conduction mechanism predominantly influenced the conduction processes. Additionally, parameters such as the characteristic temperature T_0 , half-width of the acceptor band W , relative acceptor concentration N/N_c , and relative localization radius of acceptors a/a_0 were derived from the experimental curves and thermal ranges where Mott-type conductivity was observed. The results of these analyses will be further explored in the next stage of the project.

During 2024, part of the results was disseminated at several international scientific events. Additionally, the findings were published in one scientific article and three abstracts.